

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Прочность конструкций летательных аппаратов

Образовательная программа: 24.03.04 Авиационное строительство, профиль: Самолетостроение и вертолетостроение

Курс: 3, семестр : 5

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	62
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	14
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	6
10	Самостоятельная работа, час.	46
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.03.04 Авиастроение

ФГОС введен в действие приказом №249 от 21.03.2016 г. , дата утверждения: 25.04.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.03.04 Авиастроение

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Пель А. Н.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Курлаев Н. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность разрабатывать конструкции изделий авиационных летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности	
у6. уметь конструировать типовые узлы машин и элементы конструкций	
Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность владеть методами и навыками моделирования и создания авиационных конструкций на основе современных информационных технологий с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать методы расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии (теории прочности)	
у4. уметь рассчитывать на прочность элементы конструкций, работающих в условиях сложного нагружения	
у5. уметь проводить расчет на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных конструкторских работ; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать расчетные формулы и их вывод для расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	
у1. уметь проводить расчет на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	
Компетенция ФГОС: ОПК.6 способность владеть основами современного дизайна и эргономики; в части следующих результатов обучения:	
з3. знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин; в части следующих результатов обучения:	
з8. знать вывод расчетных формул при расчете на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Прочность конструкций летательных аппаратов</i>	
ПК.1.з8 знать вывод расчетных формул при расчете на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	
1. знать вывод расчетных формул при расчете на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у3 уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности	
2. уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности и устойчивости	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у6 уметь конструировать типовые узлы машин и элементы конструкций	
3. уметь конструировать типовые узлы машин и элементы конструкций	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.3.з1 знать методы расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии (теории прочности)	

4.знать методы расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии (теории прочности)	Лекции; Практические занятия
ОПК.3.у4 уметь рассчитывать на прочность элементы конструкций, работающих в условиях сложного нагружения	
5.уметь рассчитывать на прочность элементы конструкций, работающих в условиях сложного нагружения	Лекции; Практические занятия
ОПК.3.у5 уметь проводить расчет на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	
6.уметь проводить расчет на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	Лекции; Практические занятия
7.уметь проводить расчет на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	Лекции; Практические занятия
ОПК.4.з1 знать расчетные формулы и их вывод для расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	
8.знать расчетные формулы и их вывод для расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	Лекции; Практические занятия
ОПК.4.у1 уметь проводить расчет на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	
9.уметь выполнять расчеты на прочность элементов конструкций, работающих в условиях сложного нагружения	Лекции; Практические занятия
ОПК.6.з3 знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин	
10.знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость	Лекции; Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Определение нагрузок в элементах силовых конструкций			
1. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия	0	4	10, 2, 3, 4, 7
9. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки	0	2	10, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9
Дидактическая единица: Выбор расчетных схем; построение математических моделей			
2. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления	0	2	10, 2, 3, 4, 7
3. Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня.	0	2	1, 10, 2, 3, 7
4. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня	0	2	1, 10, 2, 3, 7
5. Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица жесткости фермы	0	2	1, 10, 2, 3, 7
6. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания	0	2	1, 10, 2, 3, 7
7. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента.	0	2	10, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9
8. Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента.	0	2	10, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9

10. Плоские рамы. Определение функций формы.	0	2	10, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9
11. Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы.	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9
12. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к гло-бальным осям координат. Вывод уравнений равновесия	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9
13. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков.	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9
15. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука.	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9
16. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы.	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9
17. Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки.	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9
18. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки.	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Определение нагрузок в элементах силовых конструкций				
1. Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры	2	2	1, 10, 7	Повторение основных операций матричной алгебры. Запись уравнения равновесия в матричной форме
Дидактическая единица: Выбор расчетных схем; построение математических моделей				
2. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня	0	2	1, 10, 7	Алгоритм формирования матрицы жесткости фермы. Построение матрицы жесткости стержня
Дидактическая единица: Расчет напряженно-деформированного состояния; определение запасов прочности				
3. Знакомство с основными командами пакета COSMOS/M: создания ключевых точек, линий, поверхностей. изучение команд генерации объектов.	2	2	10	Построение геометрических образов простых и сложных стержневых систем, многосвязных пластинок. Применение команд генерации геометрических объектов
4. Статический и динамический расчет плоской фермы.	3	2	1, 10, 2, 7	Построение геометрии фермы, создание конечно-элементной модели фермы (TRUSS2D), приложение нагрузок, выполнение условий закрепления. Расчет и анализ результатов.
5. Статический и динамический расчет плоской рамы.	3	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9	Построение геометрии рамы, создание конечно-элементной модели рамы (BEAM2D). Задание нагрузок и условий закрепления. Расчет и анализ результатов.

6. Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний.	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9	Построение геометрии пластинки. Создание конечно-элементной модели (PLANE2D). задание нагрузок и условий закрепления. Графическое представление результатов расчета
7. Расчет пластинки на изгиб	0	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9	Построение геометрии пластинки. Создание конечно-элементной модели (SHELL3). задание нагрузок и условий закрепления. Графическое представление результатов расчета.
8. Статический расчет прямого отсека крыла	2	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9	Построение конечно-элементной и геометрической модели прямого отсека крыла. Выполнение расчета статической прочности
9. Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла	2	2	10, 2, 4, 5, 6, 8, 9	Проведение расчета собственных частот и собственных форм колебаний. Вычисление критической нагрузки потери устойчивости прямого отсека крыла.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Курсовая работа	2, 3	21	5
В курсе дисциплины предусмотрена КР. Самостоятельное решение задачи КР, оформление пояснительной записки, подготовка к защите КР: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				
2	Подготовка к занятиям	1	5	0
Чтение лекций, подготовка к лекционным занятиям, подготовка к практическим занятиям: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	20	1
Подготовка к аттестации. Самостоятельное изучение теоретического материала курса. Ответ на вопросы к зачету.: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	ЭБС
Консультирование	e-mail:gotseluk@ngs.ru
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Обсуждение путей решения задачи	
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar "	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 5	
<i>Лекция:</i>	18
<i>Практические занятия:</i>	18
<i>Курсовая работа: Итого</i>	24
<i>Экзамен:</i>	40
Контролирующие материалы приводятся в "Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar "	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита КП/КР	Экзамен
ОПК.2	у3. уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности		+
	у6. уметь конструировать типовые узлов машин и элементы конструкций		+

ОПК.3	з1. знать методы расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии (теории прочности)		+
	у4. уметь рассчитывать на прочность элементы конструкций, работающих в условиях сложного нагружения		+
	у5. уметь проводить расчет на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях		+
ОПК.4	з1. знать расчетные формулы и их вывод для расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии		+
	у1. уметь проводить расчет на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии		+
ОПК.6	з3. знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин		+
ПК.1	з8. знать вывод расчетных формул при расчете на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : [учебник] / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 237 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/prisekin.pdf>

Дополнительная литература

1. Норри Д. Введение в метод конечных элементов / Д. Норри, Ж. де Фриз ; пер. с англ. Г. В. Демидова и А. Л. Урванцева ; под ред. Г. И. Марчука. - М., 1981. - 304 с.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. пер. с англ. : [монография] / О. Зенкевич ; под ред. Б. Е. Победри. - М., 1975. - 541 с. : ил.
3. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов / Алямовский А. А. - М., 2004. - 431 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 COSMOS/M

2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Прочность конструкций летательных аппаратов

Образовательная программа: 24.03.04 Авиастроение , профиль: Самолето и
вертолетостроение

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Прочность конструкций летательных аппаратов приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность разрабатывать конструкции изделий авиационных летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций	у3. уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности	Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица жесткости фермы Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления Расчет пластинки на изгиб Расчет плоско-напряженного состояния пластинки.		Экзамен, вопросы 1-20

		Определение частот и форм собственных колебаний. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы. Статический расчет прямого отсека крыла		
ОПК.2	уб. уметь конструировать типовые узлы машин и элементы конструкций	Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица жесткости фермы Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия		Экзамен, вопросы 1-20
ОПК.3 способность владеть методами и навыками моделирования и создания авиационных конструкций на основе современных информационных технологий с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ	з1. знать методы расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии (теории прочности)	Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы.		Экзамен, вопросы 1-20

		Правило знаков. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления. Расчет пластинки на изгиб. Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический расчет прямого отсека крыла.		
ОПК.3	у4. уметь рассчитывать на прочность элементы конструкций, работающих в условиях сложного нагружения	Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла. Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки. Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия. Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Расчет пластинки на изгиб. Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический расчет		Экзамен, вопросы 1-20

		прямого отсека крыла		
ОПК.3	у5. уметь проводить расчет на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица жесткости фермы Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления Расчет пластинки на изгиб Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия		Экзамен, вопросы 1-20

		Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы. Статический расчет прямого отсека крыла		
ОПК.4 способность разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных конструкторских работ	з1. знать расчетные формулы и их вывод для расчета на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Расчет пластинки на изгиб Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический расчет прямого отсека крыла		Экзамен, вопросы 1-20
ОПК.4	у1. уметь проводить расчет на прочность элементов конструкций, работающих в сложном напряженном состоянии	Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские рамы. Преобразование матрицы		Экзамен, вопросы 1-20

		жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Расчет пластинки на изгиб Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический расчет прямого отсека крыла		
ОПК.6 способность владеть основами современного дизайна и эргономики	33. знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин	Динамический расчет и расчет устойчивости прямого отсека крыла Знакомство с основными командами пакета COSMOS/M: создания ключевых точек, линий, поверхностей. изучение команд генерации объектов. Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента. Плоские рамы. Определение функций формы. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица		Экзамен, вопросы 1-20

		жесткости фермы Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления Расчет пластинки на изгиб Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы. Статический расчет прямого отсека крыла		
ПК.1/ПК способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	38. знать вывод расчетных формул при расчете на прочность и жесткость элементов конструкций, работающих при простейших деформациях	Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица жесткости фермы Статический и динамический расчет плоской фермы.	Курсовая работа	Экзамен, вопросы 1-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.3, ОПК.4, ОПК.6, ПК.1/ПК.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой,

приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.3, ОПК.4, ОПК.6, ПК.1/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра прочности летательных аппаратов

Паспорт экзамена

по дисциплине «Прочность конструкций летательных аппаратов», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет составляется из вопросов, список которых приведен ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Прочность конструкций летательных аппаратов»

1. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Метод сечений.
2. Рамы. Вычисление деформации произвольного волокна в сечении КЭ.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при ответе допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в описании БРС (табл. 6.1).
- Ответ на билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при ответе допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.
- Ответ на билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные

характеристики процессов, не допускает ошибок при ответе, оценка составляет менее 0,8 максимального балла.

- Ответ на билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет более 0,8 максимального балла.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (табл. 6.1).

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Прочность конструкций летательных аппаратов»

1. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Метод сечений.
2. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Вывод уравнений равновесия. Матрица жесткости стержня.
3. Принцип минимума полной энергии на примере задачи растяжения стержня. Вычисление и преобразование полной энергии.
4. Растяжение одномерной стержневой конструкции. Условия минимума полной энергии.
5. Условия закрепления стержневых систем. Жесткие и упругие связи.
6. Плоские фермы. Исходные данные. Локальная система координат. Вычисление удлинения стержня через перемещения узлов.
7. Плоские фермы. Определение матрицы жесткости стержня и ее свойства.
8. Плоские фермы. Вычисление полной энергии и вывод уравнений равновесия узлов.
9. Плоские фермы. Матрица жесткости фермы.
10. Плоские фермы. Уравнения равновесия.
11. Расчет рам. Задание исходных данных. Определение локальных осей. Перемещения точек осевой линии.
12. Рамы. Вычисление деформации произвольного волокна в сечении КЭ.
13. Рамы. Закон Гука в задаче изгиба и растяжения КЭ.
14. Рамы. Вывод дифференциальных уравнений равновесия балки.
15. Рамы. Матрица жесткости
16. Рамы. Вывод энергии изгиба и растяжения КЭ.
17. Рамы. Работа внешних сил.
18. Рамы. Вычисление полной энергии, как функции перемещений и углов поворота узлов КЭ.
19. Рамы. Преобразование матрицы жесткости и узловых нагрузок при переходе к глобальной системе координат.
20. Рамы. Вывод уравнений равновесия узлов.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Прочность конструкций летательных аппаратов», 5 семестр

1. Методика оценки.

Задание, структура, этапы выполнения и защиты, оцениваемые позиции подробно описаны в методических указаниях.

Структура курсовой работы:

- Титульный лист
- Задание
- Решение с подробным теоретическим обоснованием
- Выводы по поделанной работе
- Список литературы и интернет-источников

Этапы выполнения:

- Постановка задачи
- Изучение необходимого теоретического материала
- Изучение необходимого программного обеспечения
- Выполнение задания
- Оформление задания
- Защита по вопросам, приведенным ниже

Оцениваемые позиции:

- Правильность решения
- Подробность теоретического обоснования
- Правильность оформления: соответствие структуре
- Аккуратность и грамотность выполнения работы

2. Критерии оценки.

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в описании БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части выполнены формально: задачи решены с отдельными недочетами, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, нет достаточного теоретического обоснования оценка составляет менее 0,8 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не более 0,8 максимального балла

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. В качестве максимального берется балл из таблицы 6.1.

4. Примерный перечень тем курсовой работы.

Расчет на прочность плоской фермы с ограничением по условию минимума веса. В качестве исходных данных приводится схема расположения стержней, условия опирания, нагрузки, приложенные к узлам и характеристики материалов стержней.

5. Перечень вопросов к защите курсовой работы.

1. Условия закрепления стержневых систем. Жесткие и упругие связи. Метод фиктивных жесткостей
2. Подготовка исходных данных для расчета фермы. Локальная система координат. Вычисление удлинения стержня через перемещения узлов.
3. Определение матрицы жесткости отдельного стержня и ее свойства.
4. Вычисление полной энергии ферменной конструкции и вывод уравнений равновесия узлов.
5. Матрица жесткости фермы.
6. Уравнения равновесия ферменной конструкции.

